

平成15年度成果概要

1. 目的

本 COE は、情報科学から機械工学まで含む幅広い分野（コンピュータ科学、数理情報学、システム情報学、電子情報学、知能機械情報学、精密機械工学）を融合して、未来の実世界に密着した 21 世紀の情報科学技術分野を確立することを目的とする。当該分野を確立するために実施される主要研究テーマは、人と共生するヒューノイドエージェント、ユビキタスデバイスによる実世界情報システム、大域的に分散されつつもディペンダブルな実世界情報基盤と、実世界が持つ本質的に不安定な構成要素からロバストなシステムを構成したり、実世界の忠実なシミュレーションを可能とする超ロバスト計算原理である。

この背景になっているものは、現在脚光を浴びているユビキタス技術である。ユビキタス技術は、情報通信面だけに集中して人間の情報生活を支援することを主眼としたものであり、現在のテクノロジーでは極めて妥当な目標設定であるが、一方、情報通信だけで閉じているところに一定の限界がある。その次に来るものは人間社会を情報と物理の両面から支援する実世界情報処理技術である。ここでは、高齢者生活介護、障害者支援、いわゆる 3K 作業、保安・保全など、今後のユニバーサルアクセスが可能で、安全で安心できる人間社会を支える技術として、人間と共生できる知的人工物としてのロボットが、不可欠のものである。本 COE では、コンピュータ科学、機械工学、数理科学を深いレベルで融合することにより、実世界情報処理技術の確固たる技術基盤の構築を目指す。本 COE の取り組みはまた、実世界情報処理技術の確立に貢献できる深く実践的な技術的

素養をもつ高度な研究者の育成の道を拓くものでもある。

2. 本 COE の特色

本 COE は次のような特色を持つ。

- (1) COE の長中期の戦略的研究の企画立案，研究成果の社会への還元・教育への還流の推進，情報科学技術の国家戦略の提言を行う提言機能を実現する戦略コアヘッドクォータによるトップダウンな拠点運営
- (2) 教育面での知識の体系化と人材養成のための教育還流機能を実現するために，ポストク／博士課程学生レベルの若手人材を流動還流研究員の任用と各融合プロジェクトにおいて最先端研究の経験を積ませ，そこで得た知識と知恵を体系・システム化して，大学院低学年および学部教育に反映する自己産出構造
- (3) 実世界ソリューションセンターによる集約的な研究実施形態の実現
- (4) 国際研究ハブセンターの設置による世界レベルでの COE 間の有機的結合の実現。

本 COE では、コンピュータ科学、機械工学、数理科学を融合させることによって、実世界情報システム、大域ディペンダブル情報基盤、超ロバスト計算原理というそれぞれがユニークな具体的技術目標を掲げ、さらにそれらを連携させることによって、現在脚光を浴びているユビキタス情報処理の次のステップとなる本格的な実世界情報処理技術を実現するという試みを推進するものである。

本 COE で目指す体制は、若手研究者・ポストク・

博士課程学生による社会における実問題解決プロジェクトを中心とするものであり、低学年学生が上級生から直接実践的指導を受けるとともに、シニアな教官が実世界に立脚した学問を進化・体系化させて世界に向けて提言することを可能にする。これは、従来の日本の大学によくみられたボトムアップな研究、既存知識体系の切り売り教育、あるいは従来の欧米式システムによく見られる過度の専門化された教育研究とも異なる。

研究教育体制としては、

- (1) **研究科レベルでの大規模産学協同体制**。従来の産学協同体制は産学協同センターはあるものの、個々の研究は個別企業対個別研究室で行われるものであり、スケールの小さなものであった。本 COE では、融合プロジェクト単位あるいは、融合プロジェクトの連携として産学協同を推進できるスケールの大きなものである。本 COE と現在情報理工学系研究科で推進している産学協同 ARA プロジェクトを融合することによって実現可能。
- (2) **プロジェクト指向大学院**。本 COE の組織を固定化することにより、ヘッドクォータを中核として機動性の高いプロジェクト遂行を主体として人材育成ができる大学院が実現できる。をめざす。

本拠点形成の期待される成果は、

- (1) **情報技術政策への提言能力のある大学院**。
本 COE ヘッドクォータは、戦略提言を行う機能をもつものであり、単なる新技術の創成に留まらず、国家レベルの情報技術政策にも提言を行うだけの情報発信力をもつものである。この提言は、実問題解決プロジェクトでの実践に基づくものであり、机上の提言に比べて格段に技術的裏づけがある。
- (2) **21 世紀の学問のダイナミズムを先導できる大学院**。21 世紀の学問は従来のようにいつ

たん体系化されればそれが長年にわたって固定され再利用できるものではなく、絶えず成長と進化を繰り返すものである。戦略コアヘッドクォータによるトップダウン的で戦略性によるリーダーシップの確保と、流動還流研究員制度による自己産出的組織で世界をリードできる。

に集約できる。

3. これまでの成果

平成 14 年度は本 COE を推進するため、拠点リーダー、ヘッドクォータ、COE 運営会議、融合プロジェクト実行委員会から構成される実行組織をつくった。平成 14 年度はこの体制で執行し、効果的に機能することを確認した。本 COE の事務を効率的に執行するため、情報ネットワークを活用した情報理工 COE 事務システムを設計し、立ち上げた。また、各融合プロジェクトにおいては、主に外部研究資金に基づき、COE 研究計画に密着した研究を実施した。また、中間評価および本プログラム終了時の目標を明確にし、公表した。

3.1 研究面での成果

平成 15 年度は、平成 14 年度の体制に基づいて、3つの融合プロジェクトとヘッドクォータの本格的な活動を開始した。

実世界情報システムプロジェクトでは、ヒューマノイド環境、VR 環境、ユビキタス環境、視聴覚のエージェントの環境、人間を主体にした環境についての研究を個別に展開し、その一つ一つの要素がさらに展開して最終イメージにつながるよう知能仮想環境の形で提示することを目指して研究に取り組み、後述のように 500 件以上の論文発表をするとともに、数多くの研究賞を受賞した。

顕著な成果として、

- 1) 人間型ロボットのダイナミック動作
- 2) 落ちてくるボールを指先で瞬時につまむ捕球タスク
- 3) 全周囲型VRディスプレイの開発

などがある。また、擬人化音声対話エージェント開発キットの無償配布を開始するなど、学会以外への情報発信を行った。

大域ディペンダブル情報基盤プロジェクトでは、グループ単位・研究室単位のシミュレータ、基本ソフトウェア・ミドルウェア、実験的なアプリケーション、ネットワーク実験装置などの集まりである超ディペンダブルテストベッドの開発に向けて、改良・最適化・実用化などを行っている。

顕著な成果として、

- 1) ディペンダビリティ向上のためのアーキテクチャ技術とソフトウェア基本技術として、超ディペンダブルCPUを実現するとともに、インターネット等に接続されているサーバコンピュータへの侵入を防ぐための基本技術を開発した
- 2) WWWからの知的情報抽出・共有技術、時空間MRF技術に基づく高精度画像トラッキング技術、3次元キャラクタに衣服を着せ付けを実現した、
- 3) 世界最高速の長距離インターネットデータ転送を実現した。

などがあった。

超ロバスト計算原理プロジェクトでは、従来のロバスト計算技術を分野横断的な汎用技術として体系化するための課題について検討し、対象の構造一貫性に基づくロバスト計算原理、不確実性のモデル化によるロバスト計算原理、アモルファス結合によるロバスト計算原理の3つに基づいて、計算原理の体系的開発を進めている。

超ロバスト計算原理においては、

- 1) 離散最適化問題を効率よくかつロバストに解くアルゴリズムの背景にある本質的構造を、離散凸の概念にまとめ、各種離散最適化手法を統一的に捉える学問体系としての離散凸解析の構築、
- 2) 異常性の前兆検出法の構築
- 3) 視覚復号型秘密分散法による理論的に保証された安全性、情報セキュリティ確保を実現した。これら特記される成果は、COEプロジェクトによる分野間の有機的結合により生まれたものである。

3.2 教育・人材育成面での成果

実世界情報プロジェクトにおける若手教育の実施では「実世界情報システム講究」という講義を起し、修士・博士課程学生、本課題に関連するRAおよび、大学院学生を中心とし、大学院の正規の授業（演習）の一環として輪講形式で研究者間の討論や遺憾交換・情報交換を行った。また、「知能機械情報演習」を実施し、実世界で働くシステムの実技をふくむ教育を実施した。

大域ディペンダブル情報基盤プロジェクトでは大学院教育として、「大域ディペンダブル特論I」の講義を行っている。これは電子情報学専攻の教官がオムニバス形式で1回ずつ担当、「大域ディペンダブル情報処理」に関するさまざまなトピックの中からホットな話題を選び、講義・ゲストとの討論など、様々な形で行った。更に、新設したコンピュータ科学特別講義では、米国ソフトウェア企業の開発者が直接英語で講義を実施することにより、最先端の商用ソフトウェアに関して、国際的な講義が実現した。

超ロバスト計算原理プロジェクトにおける若手教育において、研究成果の教育への還流の一環として、大学院科目「超ロバスト計算原理講究」を新設し、研究成果を素材とした講義を行う機会

表 1 : シンポジウム等開催状況

実世界 Real World Information System Symposium 開催日時:2003年9月8~9日 場所:東京大学弥生講堂 参加人数:415名(26名) 主な招待講演者:Prof. Rodney A. Brooks (CSAIL, MIT, USA), Prof. Rolf Pfeifer (AI Lab, University of Zurich, Switzerland), Prof. Grigore C. Burdea (CAIP, Rutgers University, USA)
実世界 ROS Workshop on Bilateral Paradigms of Human and Humanoid 開催日時:2003年10月27日 場所:Las Vegas, USA. 参加人数:31名(うち外国人参加者15名) 主な招待講演者:Jessica Hodgins, CMU Professor, Chris Atkeson, CMU Professor, Stefan Schaal, Univ. Southern California, Professor
実世界 Dagstuhl Seminar on Embodied Artificial Intelligence 開催日時:2003年7月6日~11日 場所:Dagstuhl, Germany 参加人数70名 主な招待講演者:Rolf Pfeifer, Luc Steels, Dario Floreano
実世界 テレコミュニケーション、テレマージョン、テレグジスタンスに関する国際シンポジウム 開催日時:2002年12月3日 場所:東京大学安田講堂 参加人数:300名(うち外国人参加者50名) 主な招待講演者:Thomas A. DeFanti, Andries van Dam, Henry Fuchs
実世界 Symposium on XML in Manufacturing 開催日時:2003年12月5日 場所:東京・虎ノ門 参加人数:200名(うち外国人参加者10名) 主な招待講演者:Ron Siellenski, Industry Technical Strategist, Manufacturing, Microsoft Corporation Thomas J. Burke, President, OPC Foundation, 下倉健一朗, サイバーソリューション研究所, NTT
大域 インターネット時代の出版 開催日時:2003年7月9日 場所:東京大学工学部3号館38号室 招待講演者:鷲尾賢也(講談社顧問)
大域 Microprocessor Evolution: Past, Present, and Future Speculative Multithreading from Multiscalar to MSSP Optimizing Value Communication with Dynamic Degree of Use Prediction 開催日時:2003年7月30日 場所:東京大学工学部3号館31号室 招待講演者:Guri Sohi:Professor, University of Wisconsin Madison,
大域 大域ディペンダブル情報基盤シンポジウム 開催日時:2004年2月24日 場所:東京大学武田先端知ビル武田ホール
超ロバスト 応用離散数学シンポジウム --- ロバスト最適化に向けて 開催日時:2003年1月21日~24日 場所:東京大学 山上会館 参加人数:113名(うち外国人参加者38名) 主な招待講演者名:Tamas Fleiner(Assistant Professor,Department of Operations research Eotvos Lorand University) Tibor Jordan (Associate Professor,Department of Operations research Eotvos Lorand University) Gabor Simonyi (Alfred Renyi Institute of Mathematics,Hungarian Academy of Sciences)
超ロバスト WRSC2003: Workshop on Robust Software Construction 開催日時:2003年2月28日~3月2日 場所:IPC 生産性国際交流センター (葉山, 神奈川) 参加人数:24名(うち外国人参加者4名) 主な招待講演者名:Hong Mei (Professor,Computer Science and Technology Peking University) , Maurizio Proietti (Senior Researcher,The Institute of Systems Analysis and Computer Science) , Eric Van Wyk (Assistant Professor,Department of Computer Science and Engineering Institute of Technology, University of Minnesota)
超ロバスト Workshop on Robust Optimization and Control 開催日時:2003年6月16日~17日 場所:東京大学工学部6号館 セミナー室A 参加人数:64名(うち外国人参加者3名) 主な招待講演者名:Stephen Boyd(Professor, Department of Electrical Engineering, Stanford University) , RobertWeismantel(Professor, Department of Mathematics, Otto-von- Guericke- University of Magdeburg) , Tetsuya Iwasaki(Assistant Professor, Department of Mechanical & Aerospace Engineering, University of Virginia)
超ロバスト COE Workshop on Quantum Information Theory / 量子情報理論に関するCOEワークショップ 開催日時:平成15年9月2日~3日 場所:新島会館(京都市) 参加人数:129名(うち外国人参加者64名) 主な招待講演者名:Koenraad Audenaert(Lecturer,University of wales) Patrick M. Hayden(Researcher,Institute for Quantum Information Californianstitute of Technology) Michael Marc Wolf(Researcher,Max-Planck-Institute for Quantum Optics)

を設け、PD, RAの全員が教育にも参加することにより、研究と教育の融合を図った。

若手研究者の育成では、常時30名程度の関連博士課程学生を研究補助員(RA)として雇用し研究開発に専念させた。その結果、選抜された優秀な学生は国際会議・論文誌などで顕著な成果発表を行う成果を得た。

3.3 戦略的推進に関わる成果

本拠点における事業推進担当者相互の有機的連携を実現し、活発な研究を実現するために

- 1) デモ委員会(実世界情報システムプロジ

ェクト)

- 2) シナリオ委員会(実世界情報システムプロジェクト)
- 3) 問題発掘委員会(実世界情報システムプロジェクト)
- 4) 超ロバストミュージアム(超ロバスト計算原理プロジェクト)
- 5) 問題発掘セミナー(超ロバスト計算原理プロジェクト)

を設置し、研究者相互間の連携を促進した。

また、情報科学技術における中長期研究を企画するとともに戦略提言と戦略浸透を推進するた

めに、研究テーマの整理及び社会・経済波及効果を分析し、情報科学技術戦略コア事業における第一次研究開発成果の広報計画及び広報用資料の作成を平成14年度、15年度の2年計画で進めた。今後設置を予定している実世界ソリューションセンターおよび国際研究ハブセンターは、これら有機的連携を一層促進し、国内外への情報発信を行う。

上記H15までのCOE拠点形成において、研究拠点形成費は主に若手研究者の雇用・補助と全体を連携するための経費として用いられ、研究に係わる費用は各事業推進担当者が得た科研費および競争的外部研究資金によりまかなわれた。この方式は研究拠点形成費の額からみて、やむをえないものであったが、一方、科研費および競争的外部研究資金の使用効率を、相互の密な連携により高める効果が得られた。特に、共通的に使用する研究設備の活用や、研究科・専攻を横断的に組織しての研究遂行により、大学における活力のある研究体制が実現した。

本拠点の研究実施状況と研究成果は、常に最新状況を本COEのホームページからインターネットを用いて国内外に発信するとともに、11回開催した国際会議・ワークショップに国内外の著名研究者が参加することにより、実質的な情報の発信を行った。今後は、国際的なCOEネットワーク形成を目的とする国際研究ハブセンターは、国外への情報発信と連携を目的としたものであり、H16以降に設置を実現する予定である。

3.4 その他

現在、産学協同の研究開発を組織的に推進する体制と、社会に向けた研究成果の提示方法について検討を進めている。現在のCOEフレームワークは、大学内研究に閉じて組織されているが、産学を連携し、開かれた研究拠点化は情報科学技術の

研究拠点形成に不可欠である。

更なるCOE内外の連携を促進し、研究の場を作る実世界ソリューションセンターと、世界レベルでのCOE間連携を実現する国際研究ハブの実現。現在、COE形成過程で実現した横型連携を実現する目的で「創造情報学専攻」の設置と、東大外部へのサテライト化を検討中である。本COEと教育組織親切の融合が望まれる。

COE運営が、大きな研究のオーバーヘッドとなり、研究の進展を阻害することは、特に若手研究者にとり本末転倒な帰結である。本拠点では、情報システム、情報共有システムの整備によりCOE運営と研究推進の両立を実現してきた。今後の展望として、実世界情報システムの一環としてのCOEの実現を図ることが、効率的な拠点形成に不可欠と考えている。

評価に関しては、我々はこういう基準で評価していただきたいといった評価基準を自ら作って外部に表明し、その基準に基づいて成功の度合いを測ってもらうのが望ましい。我々はこのCOEをこういう具合に考えて、こういうアクティビティで、こんな具合にやってきた、それに対する我々の自己評価はこうであるという結果を自ら出すべきだと考えている。

最後に、わが国のCOEとしての観点から述べておきたい。情報学分野の特質として、研究と産業・社会との距離が著しく小さく、また研究成果の国際的共有が容易である。このような背景のもと、情報学分野のCOEとして、アカデミアと産業界の双方で活躍し、双方のキャリアを往復する人材の育成が急務である。本拠点は、実世界における情報学を目的とし、社会に貢献する情報科学技術の研究開発に取り組んでいる。これまでに得られた評価として、若手研究者による多くの論文業績、国内外の学会からの受賞に加え、成果（特にソフトウェア）の公開による普及、商品化、産業

化が進められている。例えば、実世界情報プロジェクトでは、世界的標準化団体である OMG で SDO を標準化し、日本の国際的地位向上に貢献し、また、超ロバスト研鑽原理プロジェクトでは、「超ロバスト計算原理ミュージアム」を大学内に設置し、研究レポートとして「Super robust Computation Research Report」を46編刊行した。また、大域ディペンダブル情報基盤プロジェクトでは、企業との連携研究により世界最高速のインターネット通信を実現し、成果システムの商用化、産業化を実現した。H16からは、研究と産業化の一層の融合を図るとともに、大学の独立法人化によるシステムの変革を通じて、常に流動化した研究システムを確立し、実世界情報分野における世界最大・最高レベルの COE を形成する。